

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 88108744.9

(51) Int. Cl. 4: G01D 5/244

(22) Anmeldetag: 01.06.88

(30) Priorität: 07.08.87 DE 3726260

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.02.89 Patentblatt 89/06

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI NL SE

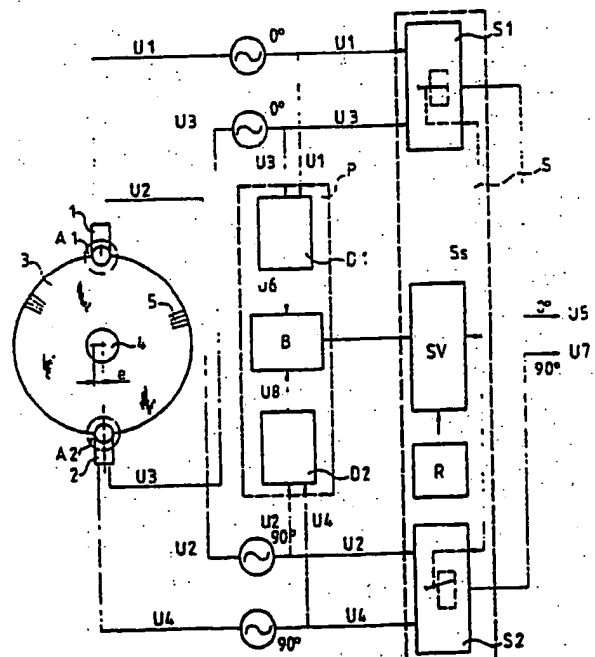
(71) Anmelder: **DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH**
Dr.-Johannes-Heidenhain-Strasse 5 Postfach 1260
D-8225 Traunreut(DE)

(72) Erfinder: **Ernst, Alfons, Dipl.-Ing.**
Trauring 62
D-8225 Traunreut(DE)
 Erfinder: **Schmitt, Walter, Dipl.-Ing. (FH)**
Hochgernstrasse 22
D-8225 Traunreut(DE)
 Erfinder: **Huber, Norbert, Dipl.-Ing.**
Sudetenstrasse 24
D-8225 Traunreut(DE)

(54) Positionsmesseinrichtung mit mehreren Abtaststellen.

(57) Bei dieser Meßeinrichtung gemäß Figur 1 wird eine Teilscheibe (3) doppelt abgetastet, so daß sich zwei Abtaststellen (A1 und A2) ergeben. Die Abtastsignale (U1, U3; U2, U4) werden einer Prüfschaltung (P) zugeführt. Wenn in der Prüfschaltung (P) festgestellt wird, daß die Phasenbeziehung zwischen den Abtastsignalen (U1 und U3 bzw. U2 und U4) einen Grenzwert überschreitet, so wird eine der Abtaststellen (A1 und A2) höher gewichtet als die andere. Dazu wird der Anteil der Signale (U1, U2) einer Abtaststelle (A1) angehoben und der Anteil der Signale (U3, U4) der anderen Abtaststelle (A2) verringert.

FIG. 1



Positionsmeßeinrichtung mit mehreren Abtaststellen

Die Erfindung bezieht sich auf eine Positionsmeßeinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei Positionsmeßeinrichtungen können die Meßergebnisse verbessert werden, wenn die Maßverkörperung mit mehreren Abtasteinrichtungen an mehreren Abtaststellen abgetastet wird.

Bekannt sind derartige Positionsmeßeinrichtungen z.B. aus der US-A-4,580,046 und der US-A-4,580,047. Dort wird mit Hilfe von getakteten Prüfschaltungen die Bewegungsgeschwindigkeit der zu messenden Bauteile und die Phasenlage der Meßsignale überwacht, wobei jeweils Drehgeber doppelt abgetastet werden.

Aus der DE-A1-35 27 128 ist eine Drehzahlmeßanordnung bekannt, bei der die Amplituden der Meßsignale konstant gehalten werden sollen. Der dort beschriebene Drehgeber besitzt zwei um 180° räumlich versetzte Signalerzeuger in Form von Lichtschranken, die je zwei um 90° gegeneinander versetzte Sinus spannungen erzeugen, aus denen durch Mittelung der Drehwinkel bestimmt wird.

Ferner ist aus der DE-A1-27 11 593 ein Drehzahlmesser bekannt, bei dem ein Unterbrecherrad von zwei räumlich um 180° zueinander versetzten Lichtschranken abgetastet wird. Auch dort werden die Ausgangssignale zusammengefaßt und gemittelt.

Mit dieser sogenannten Doppelabtastung können Exzentrizitätsfehler und mechanische Teilungsfehler vermindert werden. Dabei können Phasenverschiebungen zwischen den von den beiden Abtaststellen gelieferten Abtastsignalen bis zu einem gewissen Grad toleriert werden. Wird jedoch ein Grenzwert überschritten, so besteht die Gefahr, daß die resultierenden Signale zu klein werden oder sich gegenseitig ganz auslöschen. Anhand einer vektoriellen Darstellung der Abtastspannungen soll dies später noch erläutert werden.

Die Gefahr der Grenzwertüberschreitung besteht insbesondere bei großen Beschleunigungen durch Stöße oder starke Vibration. In diesem Fall ist die Doppelabtastung - die ja im Normalbetrieb zur Erhöhung der Meßgenauigkeit dient - von Nachteil, da die Signale einer Abtaststelle die Signale der anderen Abtaststelle ganz oder zumindest teilweise auslöschen, was zu Fehlzählungen führen kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Positionsmeßeinrichtung mit Mehrfachabtastung zu schaffen, bei der es nicht zu Fehlzählungen bei Erschütterungen oder dergleichen kommen kann.

Diese Aufgabe wird durch eine Positionsmeßeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Positionsmeßeinrichtung liegen darin, daß sie im Normalbetrieb die positiven Auswirkungen der Mehrfachabtastung nutzt, die sich in exakteren Messungen ausdrücken, ohne daß die Nachteile der Mehrfachabtastung bei großen Beschleunigungen durch Stöße oder Vibrationen in Kauf genommen werden müssen.

Die Erfindung wird nachstehend mit Hilfe von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen noch näher erläutert.

Es zeigt

Figur 1 ein Blockschaltbild einer Positionsmeßeinrichtung mit zwei Abtasteinrichtungen;

Figur 2

a) eine Schaltung zur Differenzsignalbildung bei zwei Abtasteinrichtungen;

b) eine Schaltung zur Differenzsignalbildung bei vier Abtasteinrichtungen;

Figur 3-

a) eine Schaltung zur Betragsbildung bei zwei Abtasteinrichtungen;

b) eine Schaltung zur Betragsbildung bei vier Abtasteinrichtungen;

Figur 4

a) eine Schaltung für Summierglieder mit variabler Signalwichtung bei zwei Abtasteinrichtungen;

b) eine Schaltung für Summierglieder mit variabler Signalwichtung bei vier Abtasteinrichtungen;

Figur 5

a) - e) verschiedene Phasendiagramme.

Das in Figur 1 dargestellte Blockschaltbild zeigt zwei Abtasteinrichtungen 1 und 2, die eine Teilscheibe 3 eines nicht näher dargestellten Drehgebers abtasten. Die Teilscheibe 3 ist auf einer Welle 4 befestigt. Teilscheibe 3 und Welle 4 weisen zueinander eine gewisse Exzentrizität "e" auf. Die Teilscheibe 3 weist eine inkrementale Teilung 5 auf, durch die mittels der Abtasteinrichtungen 1 und 2 jeweils zwei um 90° phasenverschobene Abtastsignale U1, U2 und U3, U4 erzeugt werden. Die Phasenverschiebung der Abtastsignale U1 und U2 dient in bekannter Weise zur Ermittlung der Drehrichtung der Teilscheibe 3. Da sich die Abtasteinrichtungen 1 und 2 diametral gegenüberliegen, spricht man von räumlich um 180° zueinander versetzten Abtaststellen A1 und A2.

Zur Messung des Drehwinkels der Teilscheibe 3 werden jeweils die Abtastsignale U1 und U3 sowie U2 und U4 analog addiert und dadurch gemittelt. Dadurch verringert sich im normalen Betriebsfall der Einfluß der Exzentrizität "e" auf das Meßergebnis.

Die Doppelabtastung hat jedoch auch ihre Grenzen, wenn die Exzentrizität "e" durch Er-

schütterungen, starke Beschleunigungen durch Stöße oder dergleichen kurzzeitig den zulässigen Grenzwert überschreitet. Dann kann es zu Fehlzählungen kommen, da sich die Abtastsignale U1 und U3 bzw. U2 und U4 bei der analogen Addition im Extremfall sogar auslöschen.

Um die Fehlzählungsgefahr verständlich zu machen, sei hier kurz auf Figur 5 eingegangen, in der mittels Phasendiagrammen die analoge Addition bei fünf willkürlich ausgewählten verschiedenen Phasenbeziehungen zwischen den Abtastsignalen U1 und U3 der Abtasteinrichtungen 1 und 2 dargestellt sind, und bei denen die resultierenden Signale S_r gemäß dem Stand der Technik mit unterbrochenen Linien und die resultierenden Signale S_r' gemäß der Erfindung mit durchgezogenen Linien dargestellt sind.

Figur 5a zeigt den Fall, daß keine Phasenverschiebungen zwischen den Abtastsignalen U1 und U3 der Abtasteinrichtungen 1 und 2 vorliegen. Die beiden Abtastsignale U1 und U3 addieren sich auf $2 \cdot U_1$ und der Meßwert ist korrekt.

In Figur 5b beträgt die Phasenverschiebung 2α zwischen den Abtastsignalen U1 und U3 ca. 60° , so daß als resultierendes Signal S_r 60 ein Signal vom Betrag $2 \cdot U_1 \cos 30^\circ$ zur Verfügung steht. Diese Phasenverschiebung liegt noch im zulässigen Toleranzbereich.

Die Phasendiagramme gemäß der Figuren 5c bis 5e zeigen, wie sich das resultierende Signal S_r sukzessive verschlechtert, bis es in der Darstellung 5e zur Auslöschung kommt. In diesem Fall käme es also sicher zu einer Fehlzählung.

Um dies zu vermeiden, werden erfindungsgemäß die Abtastsignale im Störfall unterschiedlich gewichtet. Mit der Schaltung gemäß Figur 1 kann der Störfall festgestellt und die unterschiedliche Wichtung der Abtastsignale vorgenommen werden, so daß es zu den resultierenden Signalen S_r gemäß Figur 5 kommt.

Das 0° -Abtastsignal U1 der ersten Abtasteinrichtung 1 und das 0° -Abtastsignal U3 der zweiten Abtasteinrichtung 2 werden dazu einem Differenzbildungs-Baustein D1 zugeführt, in dem aus den beiden 0° -Abtastsignalen U1 und U3 ein Differenzsignal U6 gebildet wird.

In gleicher Weise wird in einem Differenzbildungs-Baustein D2 ein Differenzsignal U8 aus den beiden 90° -Abtastsignalen U2 und U4 gebildet, die von den Abtasteinrichtungen 1 und 2 in den Differenzbildungs-Baustein D2 eingespeist werden.

Die 0° -Abtastsignale U1 und U3 werden darüber hinaus einem Summierglied S1 und die 90° -Abtastsignale U2 und U4 einem Summierglied S2 zugeführt. Auf die Summierglieder S1 und S2 wird später noch Bezug genommen.

In Figur 2a sind schematisch die

Differenzbildungs-Bausteine D1 und D2 dargestellt, wie sie für zwei Abtasteinrichtungen 1 und 2 erforderlich sind. Die Differenzsignale U6 und U8 sind wieder zwei um 90° phasenverschobene Signale.

In Figur 2b ist ein Differenzbildungs-Baustein D4 gezeigt, wie er bei einem nichtdargestellten Drehgeber mit beispielsweise vier Abtaststellen A1 bis A4 erforderlich wäre. Bei mehreren Abtaststellen A1 bis A4 werden die Differenzen zwischen den Signalen der "Hauptabtaststelle" und den entsprechenden Signalen der anderen Abtaststellen gebildet. So ergeben sich z.B. bei vier Abtaststellen drei 0° - und drei 90° -Differenzsignale. Ist die Exzentrizität 0, so sind die Signaldifferenzen ebenfalls 0.

Nach der Differenzbildung in den Differenzbildungs-Bausteinen D1 und D2 werden das 0° - und das 90° -Differenzsignal U6 und U8 einem Betragsbildungs-Baustein B zugeführt. Eine Möglichkeit den Betragsbildungs-Baustein B auszugestalten besteht darin, dessen Schaltung mit Vollweggleichrichtern V1 und V2 zu versehen, um die Differenzsignale vollweggleichzurichten. Ein derartig aufgebauter Betragsbildungs-Baustein B ist in Figur 3a für einen Drehgeber mit zwei Abtaststellen dargestellt. Die Vollweggleichrichtung ist an sich bekannt, so daß hier nicht näher darauf eingegangen werden muß. Man erhält aus den vollweggleichgerichteten Differenzsignalen U6 und U8 durch Zusammenfassung eine pulsierende Gleichspannung G, bei der die Höhe des Gleichspannungsanteiles von der Exzentrizität "e" abhängt.

Die Betragsbildung läßt sich auch durch Quadrieren und Summieren der Signale U6, U8 durchführen. Daraus ergibt sich ebenfalls ein Signal, dessen Höhe von der Exzentrizität "e" abhängt.

Figur 3b zeigt schematisch einen Betragsbildungs-Baustein B4, wie er beispielsweise für einen nicht dargestellten Drehgeber mit vier Abtaststellen erforderlich wäre.

Nachdem in dem Betragsbildungs-Baustein B eine Größe gebildet worden ist, die von der Exzentrizität "e" abhängt, wird diese Größe einem Steuerverstärker SV mit definierter Ansprechweite zugeführt, die in Form einer Referenzspannung von einem Baustein R geliefert wird. Überschreitet die Größe aus dem Betragsbildungs-Baustein B einen bestimmten Wert, so erzeugt der Steuerverstärker SV eine Steuerspannung S_s , die den Summiergliedern S1 und S2 zugeführt wird. Der Steuerverstärker SV kann in Stufen schalten oder stetig wirken.

In den Summiergliedern S1 und S2 werden die Abtastsignale U1, U2 der ersten Abtasteinrichtung 1 und die Abtastsignale U3, U4 der zweiten Abtasteinrichtung 2 in der Weise addiert, daß sowohl für die 0° -Abtastsignale U1, U3 als auch für die 90° -Abtastsignale U2, U4 Summensignale U5 und U7 gebildet werden, die entsprechend dem Signal (Steuerspannung S_s) aus dem Steuerverstärker SV

gewichtet sind.

Die unterschiedliche Wichtung der Signale, die von den Abtaststellen A1 und A2 geliefert werden, kann durch einen elektrisch steuerbaren Widerstand (z.B. FET oder Vierquadrantenmultiplizierer) erfolgen, dessen Ansteuerspannung vom Steuerverstärker SV in Form der Steuerspannung Ss geliefert wird.

Ein Summierglied S4 für einen Drehgeber mit vier Abtaststellen A1 bis A4 müßte gemäß der Darstellung in Figur 4b aufgebaut sein, wobei der Fachmann die Schaltung für die Mehrfach-Abtaststellen entsprechend seinem Fachwissen ausführen kann.

In den Summiergliedern S1, S2 werden also die Signale U1, U3 und U2, U4 der einzelnen Abtaststellen A1 und A2 analog addiert, wobei durch die Steuerspannung Ss aus dem Steuerverstärker SV bei der Addition eine Wichtung vorgenommen wird. Dabei wird der Anteil der Abtastsignale einer Abtaststelle (Hauptabtaststelle) angehoben (gleichzeitig können auch die Anteile der Signale der übrigen Abtaststellen verringert werden), so daß es nicht zu Signalauslöschungen kommen kann. Eine sichere Zählung der abgetasteten Inkremente der Teilung 5 der Teilscheibe 3 ist somit gewährleistet.

Die Erfindung kann auch bei linearen Meßeinrichtungen Anwendung finden, wenn beispielsweise Maßverkörperungen aneinandergereiht werden müssen, um die geforderte Meßlänge zu erreichen. In diesen Fällen werden auch bei Längenmeßeinrichtungen mehrere Abtasteinrichtungen vorgesehen.

Bei Code-Meßeinrichtungen ist die Erfindung einsetzbar, sofern die Spur mit der höchsten Auflösung (die feinste Spur ist eine Inkrementalspur) in der beschriebenen Weise doppelt abgetastet wird.

Ansprüche

1. Positionsmeßeinrichtung mit einer Maßverkörperung und mehreren Abtasteinrichtungen zur Bildung mehrerer Abtaststellen für die Maßverkörperung, mit einer Auswerteschaltung für die durch die Abtasteinrichtungen an den Abtaststellen erzeugten, zueinander phasenverschobenen Abtastsignale, bei der die Auswerteschaltung eine Prüfschaltung zur Überprüfung der Abtastsignale der verschiedenen Abtaststellen aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastsignale (U1, U2, U3, U4) der verschiedenen Abtaststellen (A1, A2) ungleich gewichtet werden, wenn die Überprüfung der Phasenlage zwischen den Abtastsignalen (U1, U2, U3, U4) der verschiedenen Abtaststellen (A1, A2) und/oder der Amplituden der Summensignale (U1

+ U3 bzw. U2 + U4) eine unzulässige Überschreitung eines vorgegebenen Toleranzbereiches ergibt.

2. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedliche Wichtung durch ein Steuerglied (S) erfolgt.

3. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerglied (S) einen Steuerverstärker (SV) und einstellbare Summierglieder (S1, S2) aufweist.

4. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Prüfschaltung (P) Differenzbildungs-Bausteine (D1, D2) und einen Betragsbildungs-Baustein (B) aufweist.

5. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Betragsbildungs-Baustein (B) Vollweggleichrichter (V1, V2) aufweist.

6. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die einstellbaren Summierglieder (S1, S2) elektrisch steuerbare Widerstände (F1, F2) aufweisen.

7. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedliche Wichtung durch unterschiedliche Energieversorgung der Abtasteinrichtungen (A1, A2) erfolgt.

FIG. 1

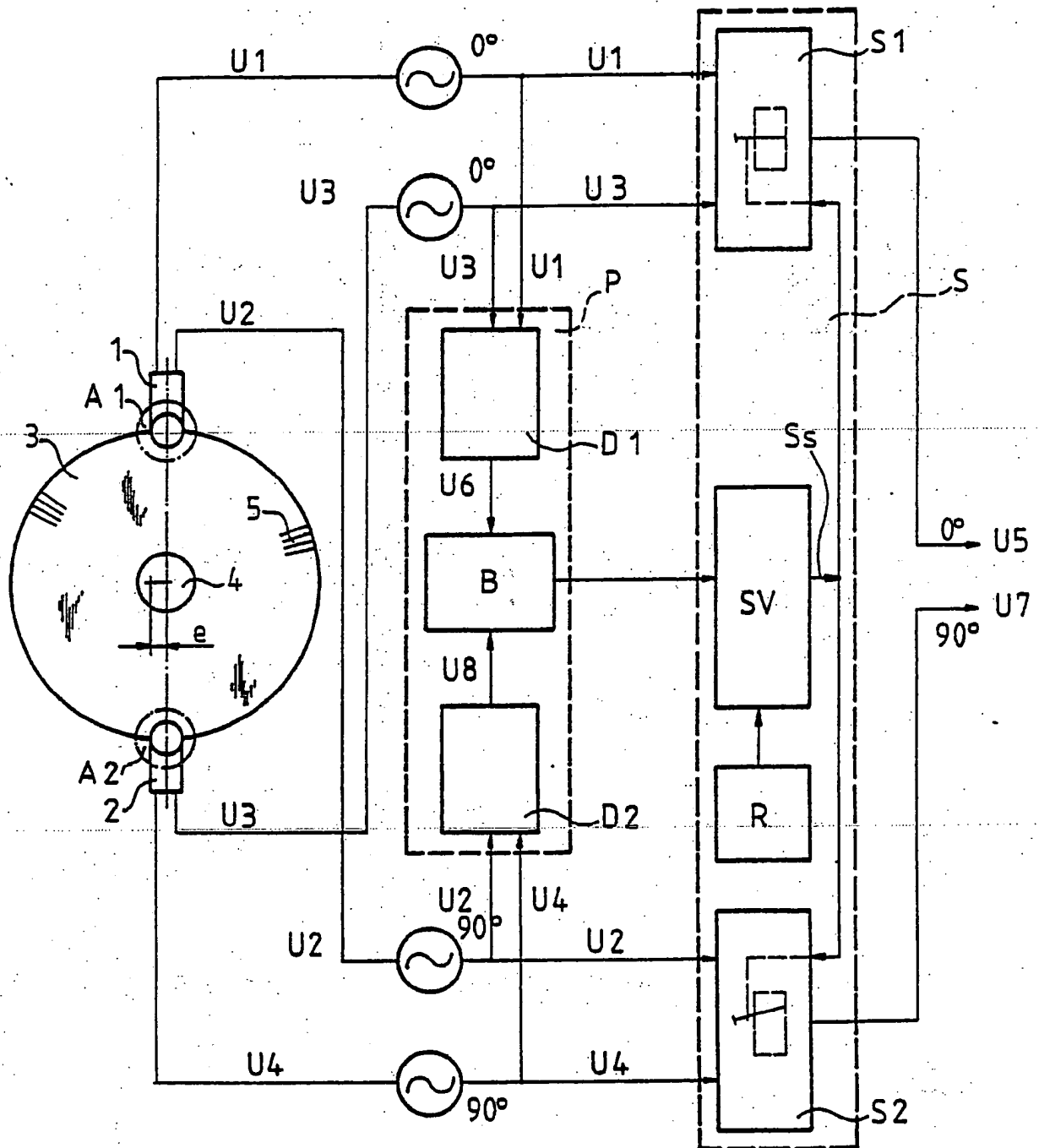


FIG. 2

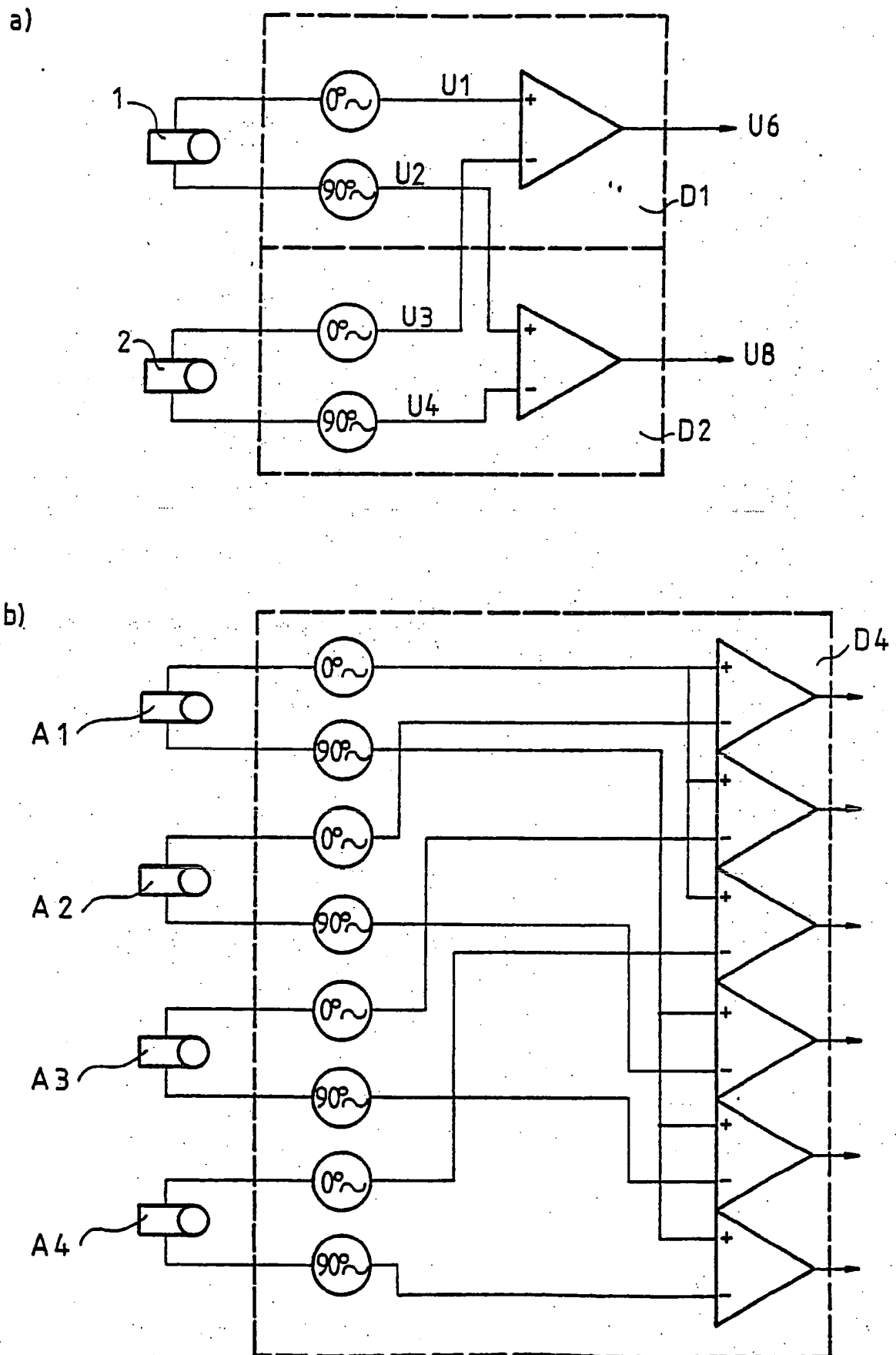


FIG. 3

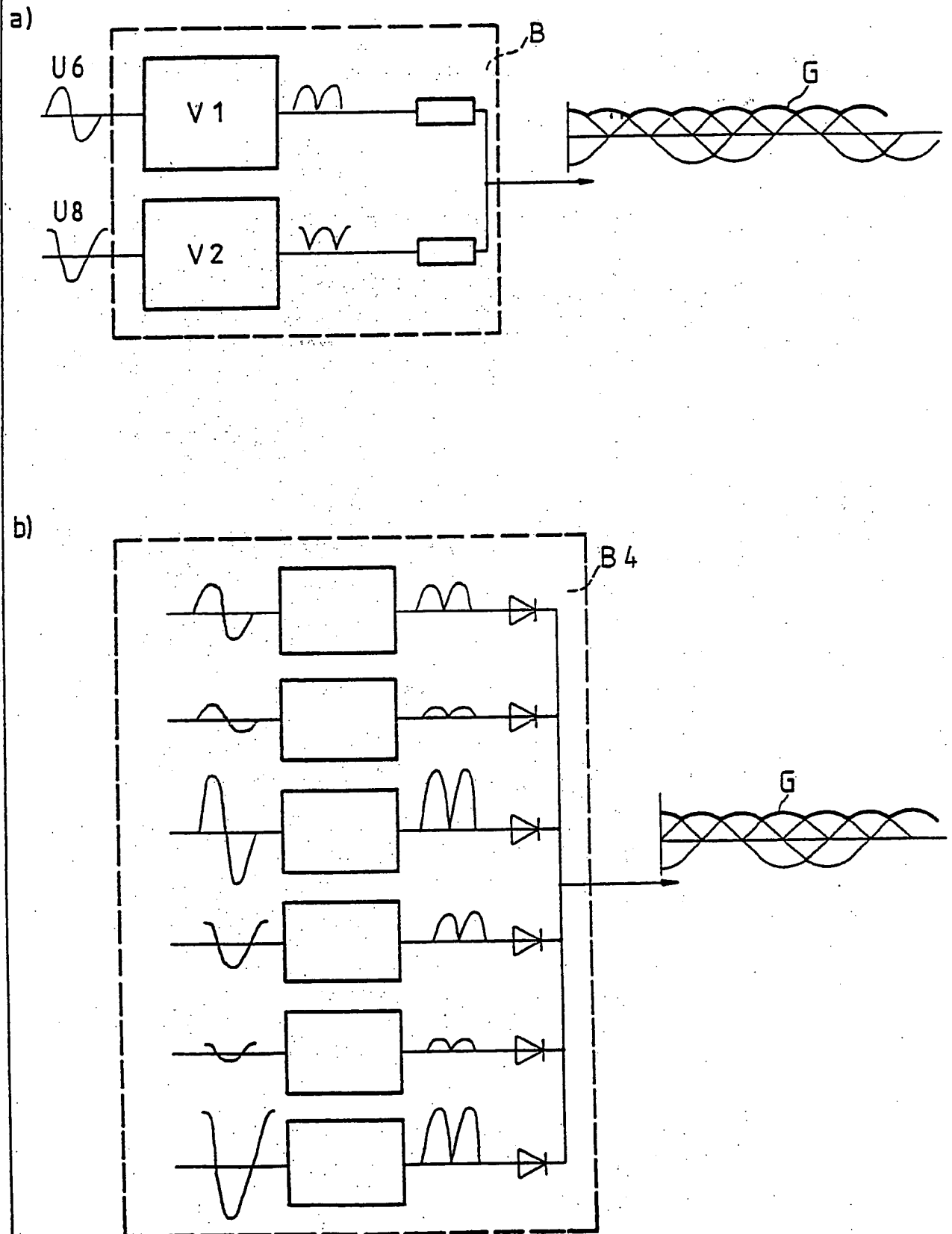
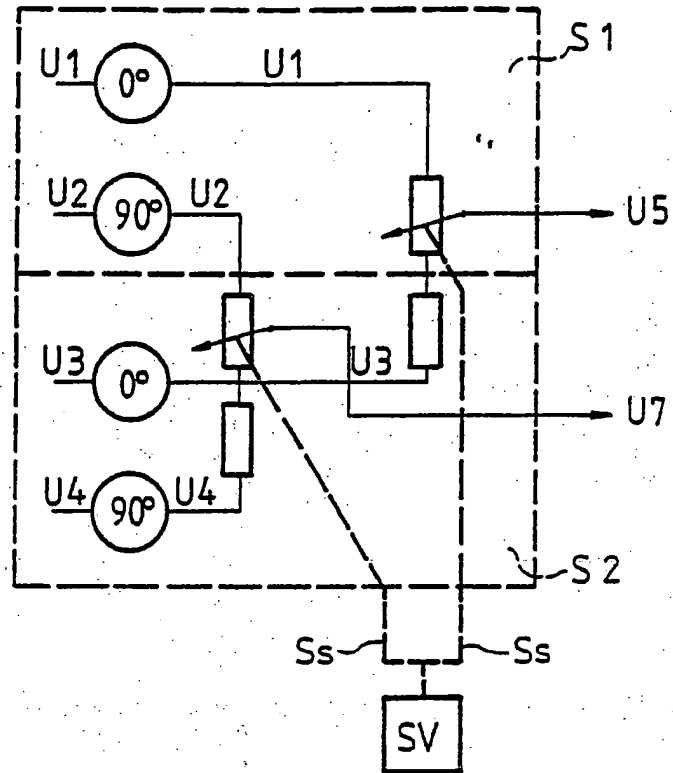


FIG. 4

a)



b)

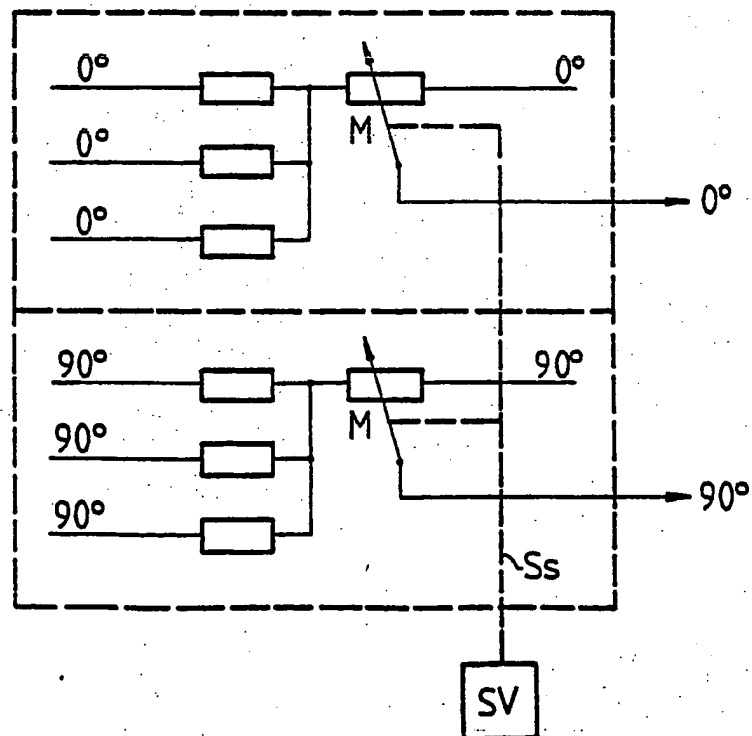
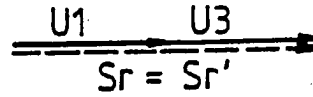
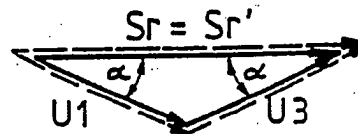
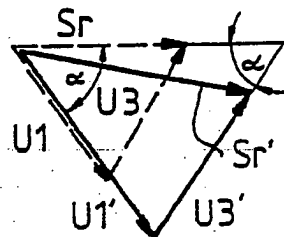
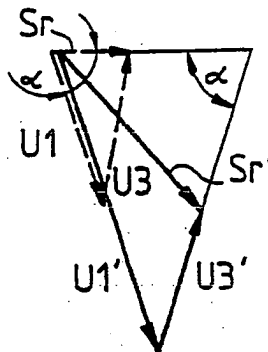
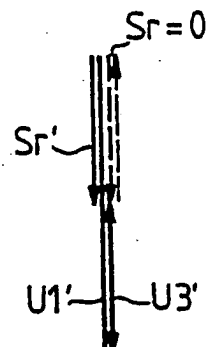


FIG. 5

a) $\alpha = 0^\circ$ b) $\alpha = 30^\circ$ c) $\alpha = 60^\circ$ d) $\alpha = 80^\circ$ e) $\alpha = 90^\circ$ 

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 302 194 A3**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 88108744.9

(51) Int. Cl.⁵: **G01D 5/244**

(22) Anmeldetag: 01.06.88

(30) Priorität: 07.08.87 DE 3726260

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.02.89 Patentblatt 89/06

(64) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(66) Veröffentlichungstag des später veröffentlichten
Recherchenberichts: 19.05.93 Patentblatt 93/20

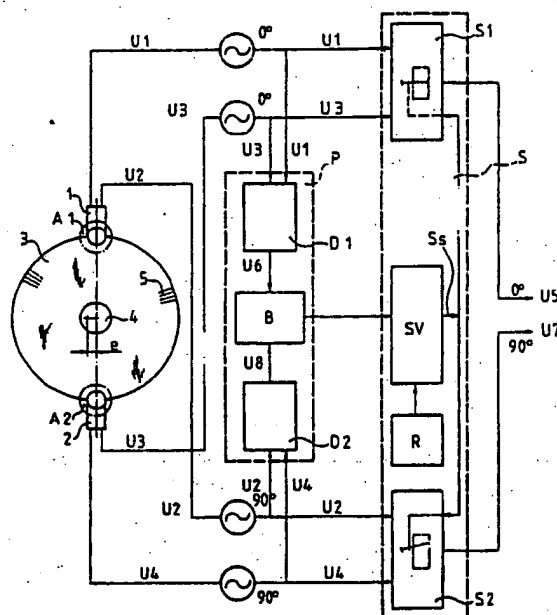
(71) Anmelder: Dr. Johannes Heidenhain GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Strasse 5
Postfach 1260
W-8225 Traunreut(DE)

(72) Erfinder: Ernst, Alfons, Dipl.-Ing.
Traunring 62
W-8225 Traunreut(DE)
Erfinder: Schmitt, Walter, Dipl.-Ing. (FH)
Hochgernstrasse 22
W-8225 Traunreut(DE)
Erfinder: Huber, Norbert, Dipl.-Ing.
Sudetenstrasse 24
W-8225 Traunreut(DE)

(64) Positionsmesseinrichtung mit mehreren Abtaststellen.

(57) Bei dieser Meßeinrichtung gemäß Figur 1 wird eine Teilscheibe (3) doppelt abgetastet, so daß sich zwei Abtaststellen (A1 und A2) ergeben. Die Abtastsignale (U1, U3; U2, U4) werden einer Prüfschaltung (P) zugeführt. Wenn in der Prüfschaltung (P) festgestellt wird, daß die Phasenbeziehung zwischen den Abtastsignalen (U1 und U3 bzw. U2 und U4) einen Grenzwert überschreitet, so wird eine der Abtaststellen (A1 und A2) höher gewichtet als die andere. Dazu wird der Anteil der Signale (U1, U2) einer Abtaststelle (A1) angehoben und der Anteil der Signale (U3, U4) der anderen Abtaststelle (A2) verringert.

FIG. 1





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 10 8744

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
E	DE-A-3 901 546 (DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH) * Spalte 1, Zeile 34 - Spalte 2, Zeile 57; Abbildung 1 *	1-3,6	G01D5/244
A	DE-A-2 818 742 (H. RIEDER ET AL) * Seite 6, Absatz 1 - Seite 7, Absatz 2; Abbildung *	1	
A	EP-A-0 121 652 (DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			G01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchesort DEN HAAG		Abchlußdatum der Recherche 24 FEBRUAR 1993	Prüfer CHAPPLE I.D.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	